20100 Embrayage

20110 Réglage correct de la garde sur les modèles à commande par câble

20111 Généralités, définitions

Pour que l'embrayage de notre moto fonctionne dans des conditions décentes, il faut que sa garde soit correctement réglée. Cela va aussi avoir une influence positive sur le bon passage des rapports de la boîte de vitesses. Or, j'ai constaté que bon nombre de personnes ont du mal à comprendre les instructions succinctes des auteurs des manuels techniques et autre mode d'emploi lorsqu'ils disent : « ne pas touchez au réglage au levier, mais régler le jeu derrière la boîte ». Exceptionnellement, je me permets d'aborder ce sujet pourtant traité maintes fois dans la littérature. Je vous rappelle que le but de ces fiches est de justement parler des choses dont on ne parle pas ailleurs ou de compléter les sujets diversement abordés et cela dans un ouvrage unique.

Examinons le cheminement du câble afin de définir un peu de vocabulaire nécessaire aux explications qui vont suivre. Le câble est commandé par un premier levier au guidon. Ce dernier pivote et provoque une traction sur un premier petit cylindre au bout d'un câble dans une gaine. A l'autre extrémité du câble, un second cylindre similaire au premier est logé dans une petite fourchette au bout d'un second levier qui pivote dans un logement solidaire de la partie arrière de boîte de vitesses. Voici quelques références de pièces à tout hasard. Certaines sont reprises dans la fiche 60400, mais au diable l'avarice et la fainéantise.

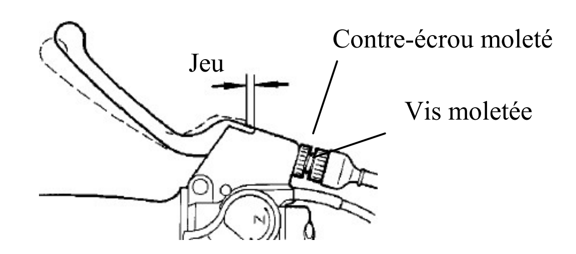
Premier levier (dit levier d'embrayage) : réf. BMW 32.72-1 451 700
Bague antifriction du premier levier (ou coussinet, palier) : réf. BMW 32.72-1 451 796
Axe du premier levier(vis à tête fendue) : réf. BMW 32.72-1 451 749
Rondelle élastique de l'axe précédent (évite les tremblements du levier) : réf. BMW 32.72-1 230 871
Ecrou de maintien de l'axe (M5) : réf. BMW 32.72-1 238 382
Protection en caoutchouc de la gaine au levier : réf. BMW 32.73-1 230 038
Câble et gaine : réf. BMW 32.73-2 314 760 ou 32.73-2 324 961 pour R1100 GS, R et RT ou
réf. BMW 32.73-2 324 962 pour R1100 RS
Soufflet en caoutchouc de la gaine côté boîte : réf. BMW 34.41-1 117 638
Second levier (dit fourchette) : réf. BMW 23.13-1 340 829
Vis de réglage du second levier (H-M8 x 37) : réf. BMW 32.72-1 451 700
Contre-écrou de la vis précédente (M8 !) : réf. BMW 07.11-9 922 857
Douille à aiguilles du second levier : réf. BMW 23.13-1 238 422
Soufflet du second levier : réf. BMW 23.13-1 338 731

Pour que tout ce petit monde fonctionne en parfaite harmonie, il est **très important** de lubrifier (peu, mais souvent, disons tous les 5 000 km) avec une graisse au savon de lithium par exemple, les premier et second cylindres dont il est question ci-dessus. Ainsi, ils pivotent dans leur logement et ce n'est pas le câble qui fléchit à ces endroits, petite gymnastique que ce dernier ne va pas faire bien longtemps.

20112 Réglage

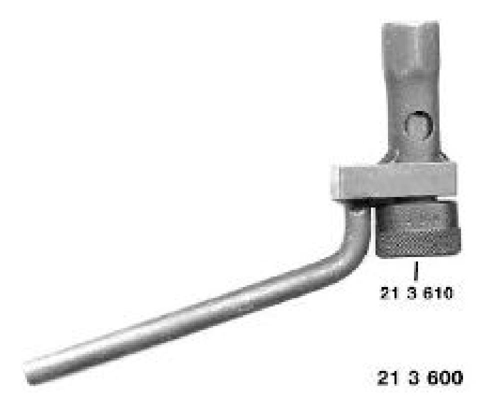
A présent (enfin), le réglage de la garde. Au levier du guidon se trouve une vis et un contre-écrou moletés. Il y a aussi une vis et un contre-écrou sur la fourchette. On peut régler la garde en réglant l'une ou l'autre de ces paires. La première paire se règle chez soi au titre de l'entretien courant. La seconde paire n'est à toucher, théoriquement, que par le mécanicien lors d'une révision, c'est-à-dire tous les 10 000 km environ.

La garde est la distance entre la position d'un levier au repos et la position où l'on rencontre une forte résistance. Ce jeu peut se mesurer par exemple à l'extrémité du (premier) levier où arrive le câble. Voir dessin ci-dessous (origine BMW). Il doit être compris entre 5 et 7 mm à cet endroit. Plus l'embrayage s'use (le disque perd de l'épaisseur), plus ce jeu va diminuer. Cela se corrige avec la vis et le contre-écrou au guidon. Pour cela, vous remarquerez que la vis va devoir se rapprocher du contre-écrou.



Pour redonner une grande course de réglage à la vis et au contre-écrou au guidon, il faut régler la vis et le contre-écrou sur la fourchette. La course disponible entre la vis et le contre-écrou au guidon devrait être suffisante pour compenser l'usure du disque d'embrayage pendant au moins 10 000 km.

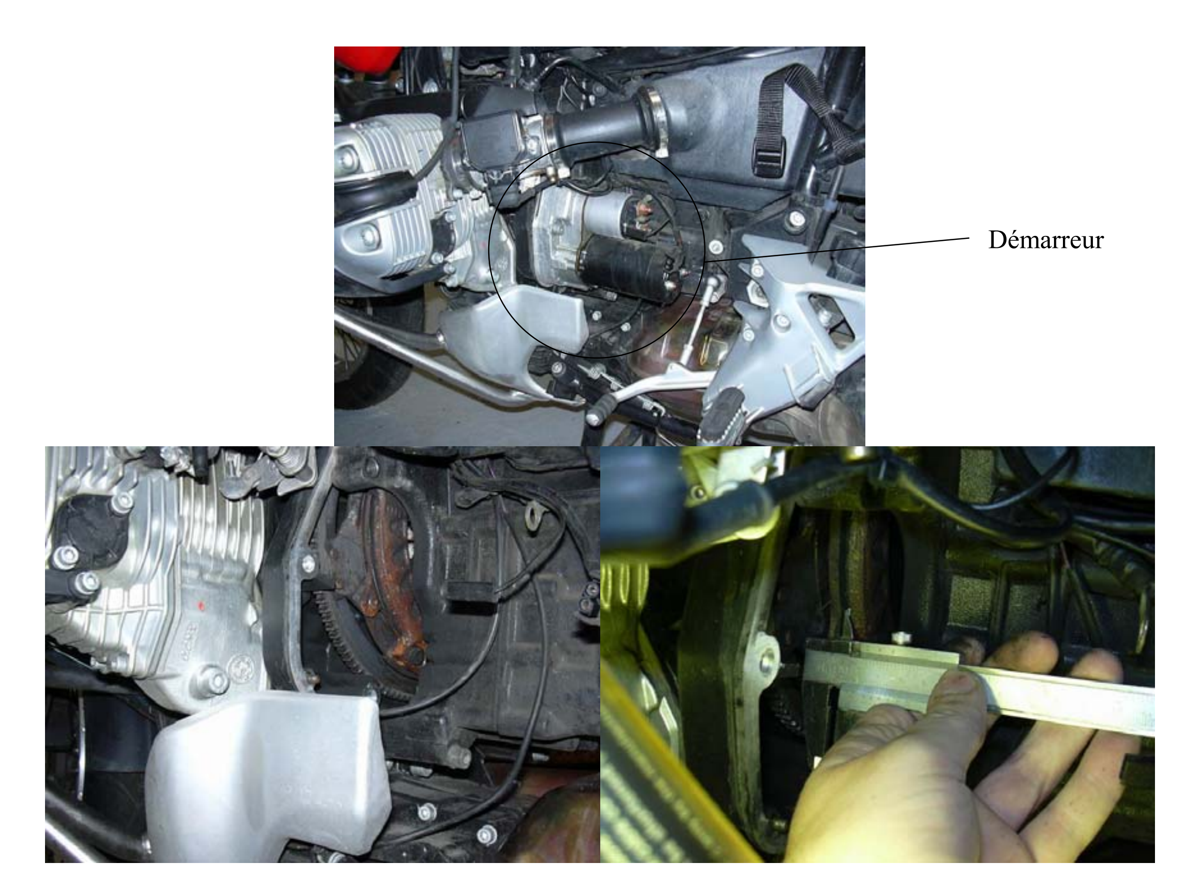
Ce qu'il faut faire à toutes les révisions : ménager une course disponible entre la vis et le contre-écrou au guidon de 12 mm, puis régler la garde à 7 mm en ne jouant que sur la vis et le contre-écrou sur la fourchette. BMW utilise pour cela l'outil réf. BMW 88.88-6 213 600 (voir photo ci-dessous, origine inconnue). Mais il n'est pas absolument nécessaire pour atteindre la vis et le contre-écrou sur la fourchette. Moi je m'en suis sorti avec le montage « simple » suivant : cliquet 3/8'' + rallonge courte + augmentateur 3/8''-1/2'' + joint de cardan + douille 13 mm pour le contre écrou. Je règle la vis à la main. Voici cependant une astuce supplémentaire: contre-écrou sur la fourchette desserré, régler la garde, puis tirer le levier d'embrayage. Cela permet de bloquer la vis sur la fourchette, puis serrer le contre-écrou, la vis étant bloquer par l'effort de séparation de l'embrayage.



20120 Usure

20121 Garniture du disque d'embrayage

La valeur limite de l'épaisseur de la garniture du disque d'embrayage est de 4.5 mm selon BMW. Il est très facile de mesurer cette épaisseur, disque en place sur la moto. Il suffit pour cela de démonter le démarreur et d'utiliser la jauge de profondeur d'un bon pied à coulisse. Les photos proviennent de http://www.koenig-tuning.de/bike/technik/kupplungspruefung/kupplungspruefung.html et ont été faites sur une R1100 GS de 1996. Un roman photo du démontage et remontage complet de l'embrayage est aussi disponible sur ce site.



L'embrayage BMW a la réputation de ne pas être très endurant. On ne compterait plus le nombre d'utilisateurs l'ayant changé avec moins de 25 000 km au compteur. Bien qu'il semble que BMW en ai utilisés plusieurs modèles, l'usure de ce composant est aussi très liée à son type d'usage et également à l'exactitude de certains réglages (je pense notamment à la garde pour les embrayages à commande par câble).

On trouvera aussi des résultats exactement opposés, mais personne ne parle des trains qui arrivent à l'heure. Le fait suivant est pour votre moral : Mitchell P. Patrie de la liste www.bmwrt.com avait décidé de lubrifier les cannelures (voir § 20130) de son embrayage pendant l'hiver de l'année 2003-2004 sur sa R1100 RT de 1999. Avec 123 893 km au compteur, son disque d'embrayage d'origine avait encore une épaisseur, à l'endroit où celle-ci était minimale, de 5.21 mm. Le disque neuf qu'il s'était procuré mesurait 5.71 mm. Pour les matheux, cela fait une usure de 40% et Mitch aurait théoriquement (en faisant une hypothèse d'usure linéaire de la garniture de l'embrayage pendant sa durée de vie) pu encore faire 185 839 km, soit un total ahurissant de 309 732 km avec l'embrayage d'origine !

20122 Dépose de l'embrayage

Pour réussir à démonter le disque d'embrayage après avoir déposé la boîte (voir § 30130), il faut pouvoir immobiliser le vilebrequin en rotation. Pour cela, BMW recommande l'utilisation du secteur denté réf. BMW 88.88-6 115 640 (voir photo ci-dessous faite par « Sean » de la liste www.bmwrt.com). Il prend appui dans les dents du volant d'inertie et forme un coin en étant plaqué contre une paroi intérieure de la cloche d'embrayage dans la zone de fixation du démarreur.



La société Facom vend un excellent secteur denté universel sous la réf. D86 (photo ci-dessous) qui pourra théoriquement vous dépanner, mais la plupart des amateurs passent un gros tournevis plat au travers du trou de repérage du PMH. La lame du tournevis se place au fond du creux d'une dent du volant moteur et on arrive ainsi généralement à bloquer le volant.



Rappelez-vous que le changement des six vis de fixations du plateau d'embrayage (réf. BMW 21.21-1 454 417 avec sa rondelle d'appui réf. BMW 21.21-1 242 377 ; attention, les vis des modèles S, C et 1150 sont différentes[1], la rondelle d'appui restant identique aux modèles R850/1100 sauf S) et des cinq vis de fixation du volant moteur (réf. BMW 11.22-1 341 472) est **obligatoire en cas de démontage de celles-ci**. Il semble qu'il s'agisse ici de vis à déformation plastique à usage unique.

Au remontage du disque, un centreur d'embrayage vous sera bien utile pour faciliter la réintroduction ultérieure de l'arbre primaire de la boîte dans les cannelures du disque. BMW recommande à cette fin l'utilisation du centreur réf. BMW 88.88-6 213 680 (voir également photo ci-dessus). Un plan coté de ce centreur est disponible dans la RMT HS10 (voir § 00420) et il existe aussi de très chers kits de centreurs d'embrayage universels, chez Facom par exemple. L'auteur du site cité au §20121 a utilisé avec succès une douille et une vis (allez voir).

BMW a au moins commercialisé deux disques d'embrayage différents. Le premier que l'on ne trouvera plus en pièce détachée avait la réf. BMW 21.21-2 325 351. Le second disque qui devait remplacer le premier (« retrofit ») en solution après-vente sur les motos qui avaient usées trop vite le leur, a aussi été monté d'origine sur les motos construites après l'apparition du second disque. Il a la réf. BMW 21.21-2 325 351, mais je ne connais pas sa date d'apparition sur le marché.

20130 Problèmes

20131 Un peu de science de l'ingénieur

Outre la durée de vie toute relative du disque selon certains, il est arrivé que les cannelures de l'embrayage et celles correspondantes de l'arbre primaire de la boîte de vitesses se corrodent. « Fretting corrosion » est le terme généralement employé même en Français pour désigner ce type de phénomène. Il prend souvent naissance entre deux pièces montées l'une contre l'autre et qui subissent de faibles glissements alternatifs et relatifs, comme quand on frotte ses mains l'une contre l'autre.

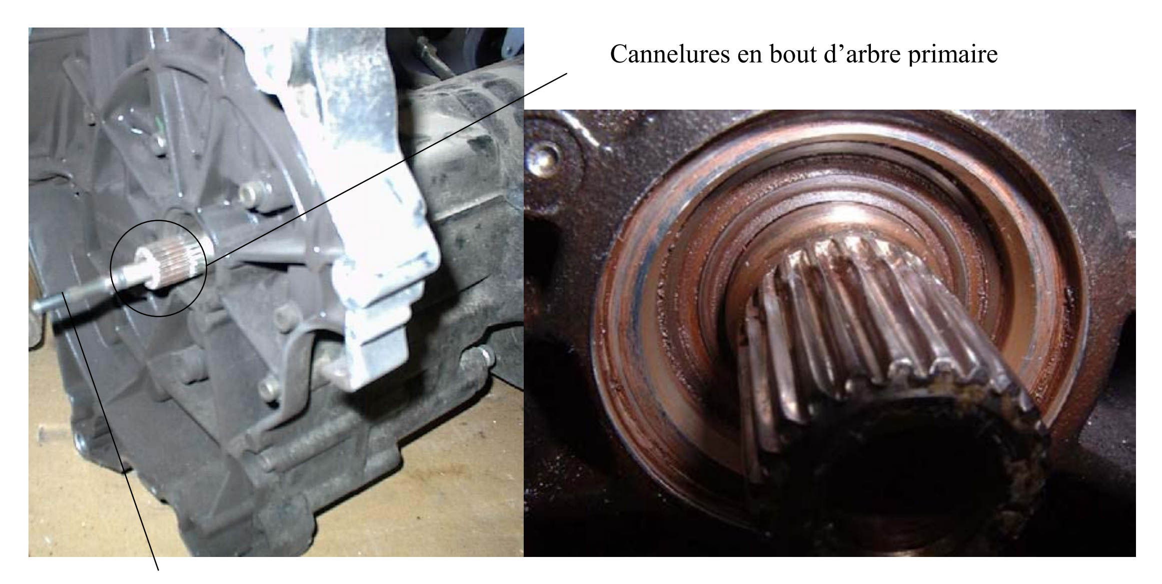
Ce type de rouille est souvent symptomatique d'assemblages de pièces subissant des vibrations de torsion[2]. La couleur très rouge (ou quelquefois orange) et la consistance très poudreuse de cette rouille sont de bons révélateurs de phénomènes vibratoires. Il est évident que l'effet Yo-yo ne fait

---

[1] R850/1200 C : réf. BMW 21.21-2 332 469, mais R1100 S et 850/1150 : réf. BMW 21.21-2 345 603
[2] Cf. l'excellent cours de M. Louradour, mon professeur aux Arts et Métiers de Paris en 1995 et son article « galactique » (écrit en collaboration avec MM. Gironnet et Svoboda) sur les phénomènes vibratoires dans les ressorts, notamment ceux de la distribution, dans Les Techniques de l'Ingénieur.

qu'amplifier l'apparition de ce défaut, même si sa contribution est sans doute mineure, si on la compare aux variations de couple lorsque l'on ouvre ou ferme rapidement les gaz.

20132 Exemples (à faire peur)



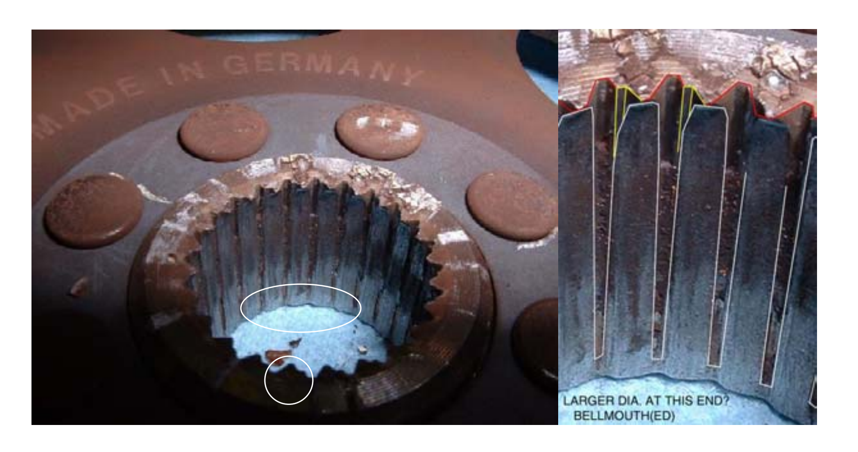
Cannelures en bout d'arbre primaire

Cette tige centrale sert à la commande de l'embrayage. Elle traverse toute la boîte depuis la fourchette. Attention de ne pas la plier au remontage de la boîte.

La première photo de la page précédente n'est pas très nette, mais devrait vous donner une bonne idée de la zone où le problème se situe. On y voit un peu la rouille très rouge dont je parle. La photo a été faite par un certain « Sean », membre de la liste www.bmwrt.com. La boîte provenant d'une R1100 RT de 100 000 km, est celle du membre « Howard » de cette même liste. La boîte sur la photo n'a pas eu de défaillance des cannelures de l'arbre primaire, mais la présence de la rouille rouge révèle que la liaison entre disque d'embrayage et arbre primaire n'était pas sans problème.

La seconde photo ci-dessus provient du membre « USAF1 » de la liste www.bmwrt.com. Il s'agit toujours du même arbre primaire, mais photographié cette fois sur sa R1100 RT modèle U.S.A. de 1997 avec 149 637 km. Théoriquement dans ce cas particulier, il faudrait changer cet arbre, mais on peut penser qu'il reste assez de profil pour transmettre la puissance. Chacun jugera selon son cas, en espérant que cela n'arrive à personne.

Et les cannelures du disque d'embrayage ? Elles ont tendance à s'user aussi de la même façon sur certaines motos. Les deux photos ci dessous proviennent encore de « USAF1 ». Le disque est celui qui fut associé à l'arbre primaire de la seconde photo ci-dessus. Je ne sais pas s'il s'agit du disque d'origine. La défaillance a eu lieu en pleine marche et fut aussi soudaine qu'inattendue car sans réel signe avant-coureur.



Les sections des cannelures devraient être triangulaires. Le flanc (petit cercle blanc sur la première photo immédiatement ci-dessus) d'une cannelure de l'embrayage qui repose contre son homologue de l'arbre primaire est usé en escalier sur le premier plan. Tous les flancs de toutes les cannelures reproduisent le même défaut avec une belle régularité sur ce premier plan. Sur le reste de la longueur de la douille cannelée, le profil des cannelures (grande ellipse blanche et dernière photo ci-dessus) a quasiment entièrement disparu.

Avec des cannelures corrodées, l'embrayage ne fonctionne plus correctement car le disque d'embrayage ne se déplace plus le long des cannelures de l'arbre primaire de la boîte de vitesses. Les vitesses craquent encore plus horriblement que d'habitude car tout se passe comme si on n'avait pas débrayé. Les premières « K » souffraient déjà de ce problème, ce qui avait amené l'introduction en série d'une version améliorée de disque d'embrayage avec douille centrale nickelée.

Si ce défaut a duré assez longtemps, il se peut que votre arbre primaire de boîte et/ou votre disque d'embrayage soi(en)t bon(s) à changer car leurs cannelures sont trop rongées par la corrosion et l'usure résultante. Malheureusement, le cas qui se rencontre le plus souvent est celui de la défaillance soudaine pendant que la moto roule. On croit avoir attrapé un faux point mort car il est impossible de transmettre la force motrice à la roue. En fait, le disque d'embrayage patine sur l'arbre primaire car l'un et/ou l'autre de ces derniers est (sont) édenté(s).

20133 Remèdes

S'il n'est pas trop tard et si les évènements vous amènent dans cette zone (changement d'embrayage par exemple), il faut lubrifier les cannelures des deux pièces, mais avec très peu de graisse (à peu près le volume d'un petit pois, à étaler au pinceau) car une quantité trop importante risque de polluer le disque si la graisse est centrifugée. On voit encore quelques traces de la centrifugation sur la photo de gauche ci-dessus. Il s'agit des traces blanches qui partent en direction radiale depuis le bord circulaire de la douille cannelée. BMW recommande pour ces endroits l'utilisation **exclusive**

- d'anciennement, la graisse « Staburags NBU 30 PTM » de la firme « Klüber Lubrication » de Münich, réf. BMW 07.55-9 056 992 le tube de 75 g ou
- d'aujourd'hui, la graisse « Optimoly MP 3 » réf. BMW 07.55-9 062 476 le tube de 100 g (aussi vendue sous le nom « Optimol T Paste[3] » en tube de 100 g par la firme « Castrol Deutschland » de Mönchengladbach – photo ci-dessous). Elle est blanche et c'est donc cette dernière qui a été utilisée sur le disque des photos ci-dessus. Cela sous-entend aussi que le disque de « USAF1 » n'était sans doute pas d'origine et que la lubrification ne suffit pas à garantir à 100% la tenue de la liaison embrayage-arbre primaire.



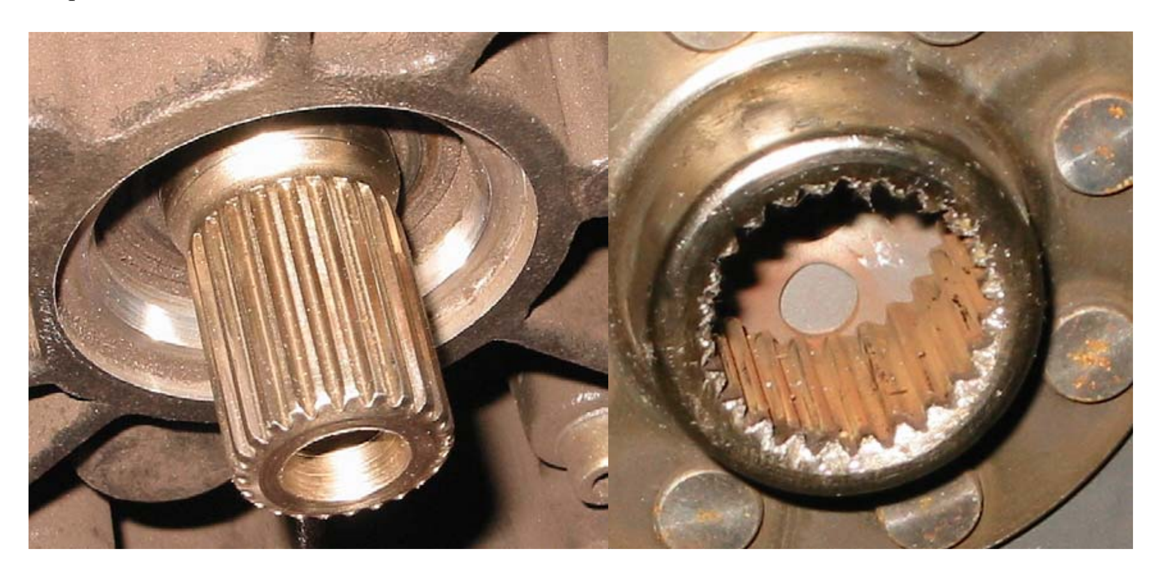
Bien que fervent promoteur des alternatives plus économiques, je ne m'amuserai pas à (dé)tester d'autres lubrifiants. Pas question de risquer la mise au rebut d'un nouvel embrayage et plusieurs heures de travail pour une économie de quelques Euros. Pour ceux qui aiment le risque ou qui

[3] Elle peut être obtenue, par exemple, chez www.motobins.co.uk

sont coincés le dimanche après-midi, les seules alternatives valables à mes yeux pourraient être une graisse au bisulfure de molybdène de préférence de provenance marine ou un produit de la gamme des lubrifiants hautement spécialisés « Krytox » de chez Dupont de Nemours (pas facile à trouver pour le particulier).

20134 C'est bon pour le moral

Pour votre paix de l'esprit, des rumeurs dont je n'ai trouvé aucune trace officielle écrite pour le moment (décembre 2003, détails bienvenus) affirment que les cannelures de l'arbre primaire et du disque d'embrayage auraient été améliorées en 1999. Voici les pièces d'origine de Mitch P. Patrie cité au début de cette fiche, qui je le rappelle a justement un modèle 1999 avec 123 893 km lors de la prise des photos.



Sans être spécialiste, on voit que ces deux pièces sont en excellent état. Cela vous rassure-t-il ? Mitch n'a trouvé qu'un peu de rouille superficielle sur les cannelures de l'arbre primaire et du disque d'embrayage. Il en a même débarrassé l'arbre primaire avant de prendre la première photo.

[Réfléchir à un moyen de lubrifier les cannelures sans démontage de la boîte et sans risque de polluer l'embrayage. Une micro-pulvérisation de WD40 avec la canule souple reposant sur le bout de l'arbre non-recouvert par la douille centrale du disque d'embrayage ? Venir du côté par l'orifice du démarreur, par le trou du repère de calage au PMH ou par un petit trou percé sur le côté ou au-dessus dans la bride de fixation de la boîte ? Modification de la boîte ou de l'arbre lors d'un démontage ?]